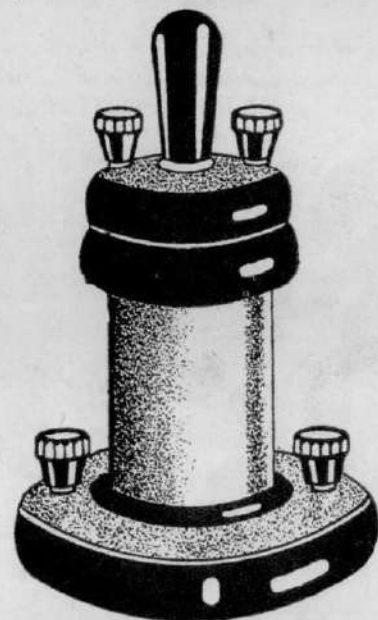


ЦЕНА 30 коп.

К прибору прилагается  
бесплатно

1-95

# ИНДУКЦИОННАЯ КАТУШКА



НАРКОМПРОС РСФСР  
*Тлавуцтехпром*

№ 19

СЕРИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ  
К УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫМ ПОСОБИЯМ

# ИНДУКЦИОННАЯ КАТУШКА С СЕРДЕЧНИКОМ

НАРКОМПРОС РСФСР—УЧСБЫТ

МОСКВА—1937

НАРКОМПРОС РСФСР  
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ  
УЧЕБНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
**Г Л А В У Ч Т Е Х П Р О М**

## ИНДУКЦИОННАЯ КАТУШКА

с сердечником служит для демонстрации индукционного тока, возникающего в катушке при всяком изменении магнитного поля внутри ее. Прибор состоит из двух катушек и железного сердечника. К прибору прилагается руководство.

ЦЕНА 18 руб.

По указанной цене прибор отпускается торговым организациям. В эту цену не включены накладные и торговые расходы, размер которых определяется прейс-курантами торговых организаций.

ПРИБОР ИЗГОТОВЛЯЕТСЯ  
ЗАВОДОМ  
ЭЛЕКТРО-ФИЗИЧЕСКИХ  
П Р И Б О Р О В  
ФИЗЭЛЕКТРОПРИБОР  
Москва, Электрозаводская улица, № 33

360

### 1. Назначение прибора.

Прибор служит для демонстрации индукционного тока, возникающего в катушке при всяком изменении магнитного поля внутри нее. Опыты с этим прибором составляют третью ступень опытов по электромагнитной индукции Фарадея; первая ступень касается индукции в прямолинейном проводе и наблюдается при помощи прибора с „качелями“; вторая производится посредством прибора с вращающимся витком \*).

### 2. Принцип действия прибора.

Действие прибора основано на явлении электромагнитной индукции, открытой Фарадеем (1831 г.) и заключающейся в следующем: „в катушке (как во всяком проводнике), находящейся в магнитном поле, возникает индукционный ток, если магнитное поле испытывает какое-либо изменение“. Магнитное поле можно создать двояким образом: 1) при помощи стального магнита и 2) при помощи второй катушки, пропуская по ней электрический ток.

„Изменение магнитного поля“ сводится к изменению числа силовых линий поля в том месте, где находится катушка, в которой надо возбудить индукционный ток. Изменение (увеличение или уменьшение) числа силовых линий можно произвести тремя приемами:

\*) Модель вращающегося витка производится заводом «Физэлектроприбор». К нему выпущено отдельное руководство, составленное С. Н. Жарковым.



1) Перемещать (сближать или удалять) относительно друг друга катушку (в которой создается индукционный ток) и магнитное поле (т. е. магнит или катушку с током, создающую магнитное поле).

2) Создавать или уничтожать магнитное поле, замыкая или размыкая ток, создающий магнитное поле; в этом случае механического перемещения не требуется.

3) Менять (усиливать или ослаблять) напряженность магнитного поля путем изменения (увеличения или уменьшения) силы тока, создающего магнитное поле; в этом случае можно перемещать железный сердечник у катушки или железный якорь у стального магнита.

Сводка всех упомянутых приемов получения индукционного тока приведена в следующей таблице:

Явление, изменяющее магнитное поле	Причина, вызывающая индукционный ток	По правилу Максвелла возникает	По правилу Ленца индукционный ток
1. Сближение . . .	Число силовых линий увеличивается	обратный индукционный ток	уменьшает число линий, т. е. противодействует
2. Замыкание . . .			
3. Усиление тока			
4. Удаление . . .	Число силовых линий уменьшается	прямой индукционный ток	увеличивает число линий, т. е. противодействует
5. Размыкание . . .			
6. Ослабление тока . . . . .			

При определении направления индукционного тока в катушке одинаково удобно пользоваться как правилом Максвелла, так и правилом (законом) Ленца.

Правило Максвелла говорится так:

*„При уменьшении числа силовых линий внутри катушки в ней возникает прямой индукционный ток (т. е. идущий по часовой стрелке, если смотреть вдоль силовых линий магнитного поля); при увеличении числа силовых линий—обратный“.*

Если магнитное поле создается током, то „прямой“ индукционный ток совпадает по направлению с током, создающим поле, а „обратный“ индукционный ток имеет направление, противоположное направлению тока, создающего магнитное поле; таким образом при уменьшении числа силовых линий возникает индукционный ток, увеличивающий число линий, и при увеличении—индукционный обратного направления, уменьшающий число силовых линий; это свойство индукционного тока выражают законом Ленца:

*„Индукционный ток имеет такое направление, что оказывает противодействие тому явлению, какое вызвало индукционный ток“.*

### 3. Устройство прибора.

Прибор состоит из трех частей: 1) собственно индукционной катушки *A* (рис. 1), состоящей из большого числа витков (8 слоев по 160 витков) тонкой проволоки (диаметр около 0,4 мм); омическое сопротивление катушки около 10 омов; концы проволоки выведены к клеммам *D* и *E*, помещенным на подставке; 2) катушки *B*, свободно входящей во внутреннюю полость катушки *A*; катушка *B* состоит из небольшого числа витков (два слоя по 50 витков) более толстой проволоки (диаметр около 0,8 мм); омическое сопротивление около 0,25 ома; концы проволоки выведены к клеммам *F* и *H*, помещенным на деревянном каркасе катушки; 3) железного сердечника *C* (с деревянной ручкой) свободно входящего во внутреннюю полость катушки *B*.

#### 4. Установка прибора для демонстрации.

Для опыта, кроме самого прибора, необходимо иметь: 1) демонстрационный гальванометр; 2) полосовой магнит; 3) источник постоянного тока (например, аккумулятор на 4 вольта); 4) рубильник (например, грозовой радио-рубильник); 5) реостат с ползунком (на 10—20 омов); 6) магнитную стрелку; 7) провода для

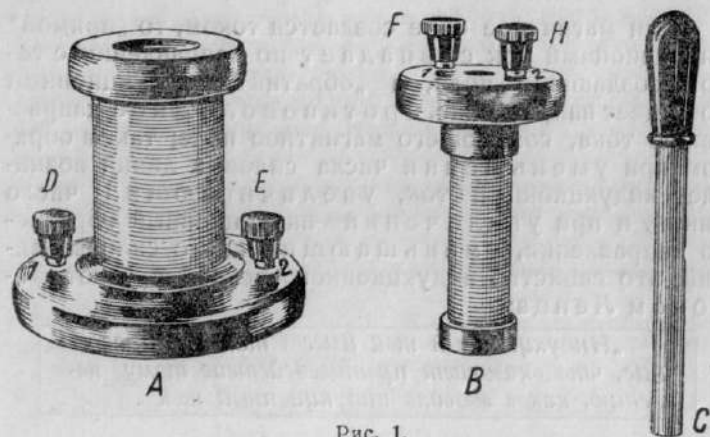
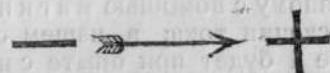


Рис. 1.

соединений. Перед опытом необходимо проделать некоторую подготовительную работу. Прежде всего надо на самом уроке установить, каким образом можно по отклонению стрелки гальванометра в ту или иную сторону определить направление наблюдаемого тока; другими словами, надо установить связь между отклонением стрелки гальванометра и расположением знаков (плюс и минус) на клеммах гальванометра. С этой целью источник тока (не более 4 вольт), у которого знаки полюсов заведомо известны, через очень большое сопротивление (порядка 10 000 омов при чувствительности гальванометра около 0,0005 ампера, например, радио-сопротивление Каминского) замыкают на гальванометр на одно мгновение и замечают, в какую сторону отклонилась стрелка (пусть—напра-

во); проследив знак полюса, с которым соединена клемма, расположенная на той стороне гальванометра, куда отклонилась стрелка (в нашем случае—правая клемма; пусть знак оказался плюс), найденное соотношение записывают или словами, например: „стрелка отклоняется в сторону положительной клеммы“ или схематично, например, вроде такого изображения:



Так как концы проволок, намотанных на катушках, заделаны в деревянные каркасы, то порядок соединения клемм с концами катушек и направление обмотки снаружи увидеть нельзя; нельзя по этой же причине проследить за направлением тока в катушках, хотя знаки полюсов, соединенных с клеммами, будут известны. Поэтому приходится прибегать к иному приему: прежде всего необходимо (белой краской) как-то (цифрами или буквами) отметить клеммы на каркасах обеих катушек (на рисунке 1 клеммы пронумерованы цифрами 1 и 2); затем, надо на глазах у учащихся определить, какие полюсы возникают на концах катушек при пропускании через них постоянного тока определенного направления; направление можно выбрать такое, при котором клемма 1 соединена с положительным полюсом источника тока; наименования полюсов устанавливаются при помощи магнитной стрелки, поднесенной к концу катушки; при этом надо знать полюс на верхнем конце катушки А и на нижнем конце катушки В (при определении полюсов надо вставлять в катушки сердечник); пусть оказалось, что при указанном соединении источника тока с катушками у катушки А наверху—южный полюс, у катушки В внизу—северный полюс; с катушкой В вопрос покончен, но с катушкой А дело обстоит сложнее; на это надо обратить особое внимание, так как этот момент представляет наибольшие затруднения для учащихся. Дело в том, что катушка А в опыте с индукцией является источником тока, внутренней цепью (где

ток идет от минуса к плюсу); между тем при определении наименования ее полюсов она служила внешней цепью (где ток идет от плюса к минусу); поэтому, когда во время опыта с электромагнитной индукцией будут при помощи гальванометра определены знаки клемм у катушки *A*, расположение ее полюсов не будет совпадать и будет противоположно найденному с помощью магнитной стрелки при пропускании тока; в нашем случае положительной клемме 1 будет при опыте с индукцией соответствовать на верхнем конце катушки *A* северный полюс. Найденные соотношения надо

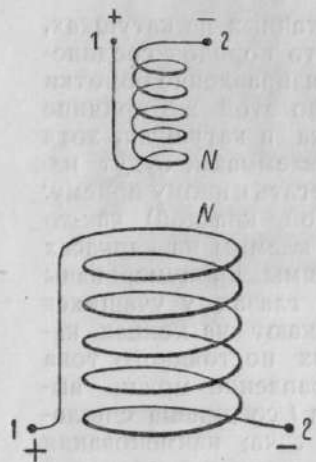


Рис. 2.

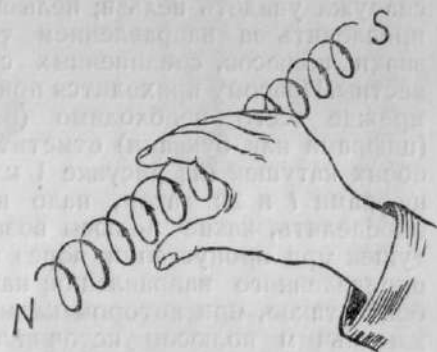


Рис. 3.

записать, хотя бы в виде схематического изображения (рис. 2).

Примечание. Зная наименования полюсов у катушки, просто определить направление тока в ней по следующему правилу:

Если обхватить катушку пальцами правой руки так, чтобы отогнутый вбок большой палец был направлен в сторону северного полюса, то остальные пальцы покажут направление тока в витках катушки (рис. 3).

После указанной предварительной подготовки можно приступить к опытам.

Клеммы катушки *A* соединяют с клеммами демонстрационного гальванометра. Катушку *B* включают через реостат и рубильник в цепь источника тока по схеме, изображенной на рисунке 4, где *B*—катушка, *L*—источник тока (аккумулятор), *K*—рубильник, *R*—реостат.

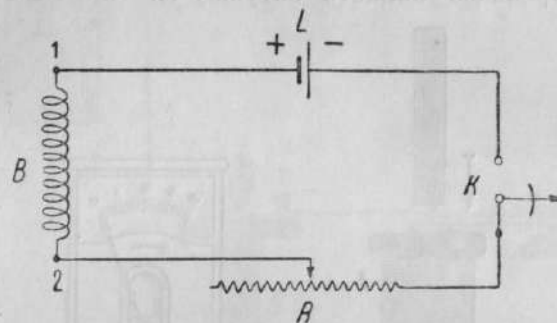


Рис. 4.

### 5. Опыт с приборами.

1-й опыт. Берут полосовой стальной магнит и одним полюсом (например, северным) вдвигают его сверху по вертикальному направлению во внутреннюю полость индукционной катушки *A*, замкнутой на гальванометр (рис. 5). Стрелка гальванометра отклоняется (при принятых у нас условиях в сторону клеммы, соединенной с клеммой 1 катушки), обнаруживая существование индукционного тока, пока движется магнит.

Причиной возникновения индукционного тока служит приближение северного полюса; по закону Ленца индукционный ток должен произвести отталкивание северного полюса и для этой цели должен создать на верхнем конце катушки *A* одинименный, т. е. северный полюс; в этом убеждает нас сравнение рисунка 5 с рисунком 2.



Опыт повторяют, удаляя северный полюс магнита; во всех случаях проверяют справедливость *закона Ленца*.

**2-й опыт.** В цепи, содержащей катушку *B*, включают рубильником ток, сдвинув ползунок реостата на самое малое сопротивление (на рисунках 4 и 6—направо доотказа); затем катушку *B* приближают сверху по вертикальному направлению к катушке *A* и вдвигают во внутреннюю полость катушки *A*. Чем быстрее

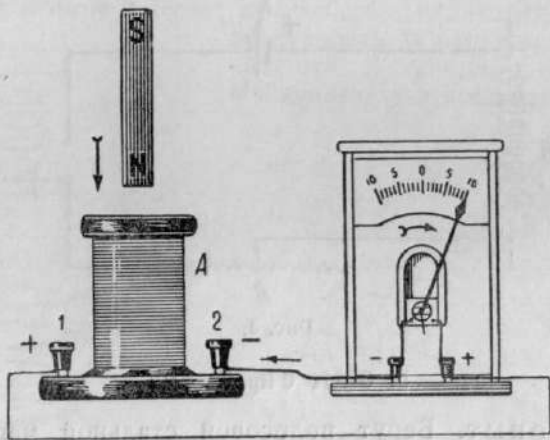


Рис. 5.

произвести движение, тем сильнее отклонится стрелка гальванометра, показывая появление индукционного тока в катушке *A* во время движения катушки *B*. (Надо попрактиковаться, чтобы без промаха вводить одну катушку в другую).

При приближении катушки *B* число силовых линий внутри катушки *A* увеличивается, как это видно на схематичном рисунке 7; по *правилу Максвелла* в катушке *A* возникает обратный индукционный ток, т. е. он идет против часовой стрелки, если смотреть сверху вдоль силовых линий, выходящих из северного полюса (на нижнем конце катушки *B*);

такой ток создает на верхнем конце катушки *A* тоже северный полюс; к такому же результату мы приходим, применяя *закон Ленца*.

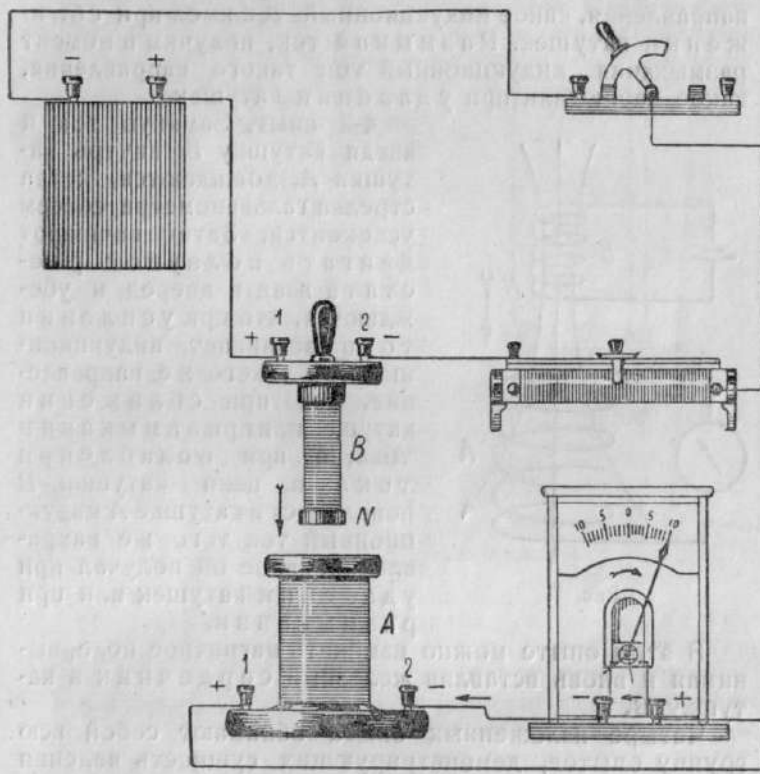


Рис. 6.

Опыт повторяют, удаляя катушку *B*; затем меняют направление тока в катушке *B*, снова вдвигают ее в катушку *A* и удаляют; во всех случаях определяют направление индукционного тока и проверяют *правило Максвелла* или *закон Ленца*. Можно двигать катушку *A*, оставляя неподвижной катушку *B*.

**3-й опыт.** Не замыкая тока, катушку *B* вставляют в катушку *A*. Замыкая ток, обнаруживают появление индукционного тока (в момент замыкания) такого направления, какое индукционный ток имел при сближении катушек. Размыкая ток, получим в момент размыкания индукционный ток такого направления, какое наблюдали при удалении катушек.

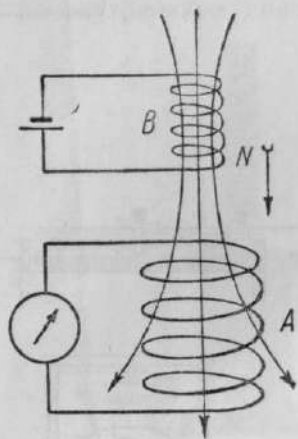


Рис. 7.

**4-й опыт.** Замкнув ток и введя катушку *B* внутрь катушки *A*, ждут, когда стрелка гальванометра совсем успокоится. Затем начинают двигать ползунок реостата взад и вперед и убеждаются, что при усилении тока возникает индукционный ток такого же направления, как при сближении катушек или при замыкании тока, а при ослаблении тока в цепи катушки *B* появляется в катушке *A* индукционный ток того же направления, какое он получал при удалении катушек или при размыкании.

В этом опыте можно изменять магнитное поле, вынимая и вновь вставляя железный сердечник в катушку *B*.

Четыре изложенных опыта обнимают собой всю группу опытов, демонстрирующих сущность явления электромагнитной индукции. С этим же прибором можно произвести еще несколько опытов.

**5-й опыт.** Модель трансформатора.

Катушка *B* вместе с сердечником вкладывается в катушку *A*; через реостат с ползунком (примерно на 150 омов) катушку *A* соединяют с сетью переменного тока с напряжением в 120 вольт; катушку *B* замыкают на электро-лампочку, рассчитанную на напряжение не более 10—12 вольт; можно взять лампочку

от карманного фонаря. В начале опыта реостат включают полностью, а затем постепенно выводят реостат из цепи, пока лампочка не даст почти полного накала. Долго держать цепь под током нельзя, так как и реостат и катушка *A* заметно нагреваются. Опыт воспроизводит модель понижающего трансформатора. Продемонстрировать повышающий трансформатор с данным прибором не удастся, так как трансформатор с прямолинейным (сплошным) сердечником (без замкнутой магнитной цепи) обладает весьма сильной магнитной утечкой и столь большой потерей напряжения, что не только не дает повышения, но даже понижает напряжение, хотя трансформатор включен, как повышающий. Таким образом модель трансформатора из индукционной катушки может служить наглядным примером значительной потери напряжения в трансформаторе.

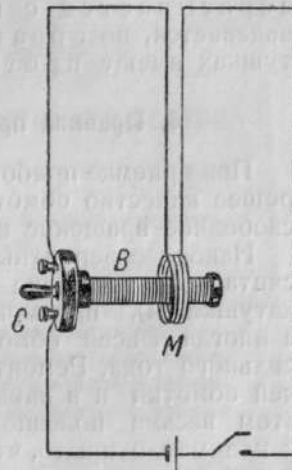


Рис. 8.

На этой модели хорошо видна роль сердечника: при выдвигании его из катушки лампочка, включенная во вторичную обмотку, постепенно гаснет.

**6-й опыт.** Из катушки *B* (вместе с сердечником) можно составить прибор Эйхенвальда для демонстрации взаимодействия двух катушек с током, если сделать вторую катушку из 30—40 витков проволоки (диаметр около 0,5 мм); проволоку наматывают на цилиндрический предмет (диаметром около 4 см) и полученную катушку связывают нитками в нескольких местах; концы проволоки припаивают к гибким проводам, на которых подвешивается сделанная катушка так, чтобы она свободно надевалась на катушку *B* (рис. 8), укрепленную горизонтально (можно ручку сердечника за-



жать в лапку штатива Бунзена). Обе катушки соединяются последовательно вместе с источником постоянного тока (около 4—8 вольт).

При включении тока, наружная катушка *M* (рис. 8) или остается надетой на среднюю часть катушки *B* (если токи в катушках одного направления) или сбрасывается с катушки *B* и снова на нее сама надевается, но обратной стороной (если токи в катушках имеют противоположные направления).

#### 6. Правила приемки и ремонт прибора.

При приемке прибора надо требовать целость и хорошее качество обмоток, прочное укрепление клемм, свободное вращение их вплоть до упора.

Наиболее вероятным повреждением прибора надо считать повреждение обмоток, особенно тонкой (на катушке *A*), преимущественно сторание изоляции, а иногда и всей обмотки при пропускании чересчур сильного тока. Ремонт заключается в удалении прежней обмотки и в наматывании новой проволоки; при этом весьма полезно концы проволоки подводить к клеммам открыто, чтобы можно было решать вопрос о направлении тока в катушке непосредственно, не прибегая к косвенному способу путем определения наименования полюсов при помощи магнитной стрелки.

Составил С. Н. Жарков

ПРОСЬБА КО ВСЕМ ЛИЦАМ, ПОЛЬЗУЮЩИМСЯ  
НАСТОЯЩИМ РУКОВОДСТВОМ СООБЩИТЬ СВОИ  
ЗАМЕЧАНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АДРЕСУ:

Москва,

Китайский проезд, 3, подъезд 12,

УЧСБЫТ

Редактор И. Г. Гиршович. Тех. ред. М. А. Крейгельман.  
Уполномоченный Главлита. Б-8784. Сдано в производство  
20/VI—37 г. Подписано к печати 1/VIII—37 г. Учсбыт № 38.  
Формат бум. 62 x 88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Знаков в бум. листе 69000.  
Печ. листов 1. Зак. 5443. Тираж 10.000 экз. Цена 30 коп.

Б-тип. Трансжелдориздата НКПС. Москва. Каланчевский туп., дом 3/5.

НАРКОМПРОС РСФСР—ГЛАВУЧТЕХПРОМ  
КОНТОРА ПО СБЫТУ И ТОРГОВЛЕ УЧЕБНО-  
НАГЛЯДНЫМИ ПОСОБИЯМИ

## У Ч С Б Ы Т

Москва, Китайский проезд, 3, подъезд 12.

### УСЛОВИЯ ПРИЕМА И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ

1. Заказы на учебно-наглядные пособия принимаются во всех отделениях и магазинах Учсбыта.

2. В заказах, посылаемых почтой, необходимо указывать:

- название и количество пособий,
- жел.-дор. станцию назначения (или пристань),
- точный адрес грузополучателя и плательщика,
- место платежа, № расчетного счета или заменяющее указание для производства оплаты счета.

3. В заказах на электронагревательные приборы необходимо указывать вольтаж и ток (переменный или постоянный).

4. Заказы выполняются по получении задатка в размере 25% стоимости заказа.

5. Груз, как правило, отправляется малой скоростью, если в заказе не дано иных указаний.

6. Упаковка и пересылка пособий производятся по действительной стоимости за счет заказчика.

7. Упаковка пособий производится особо тщательно и за потерю и повреждение пособий в пути отправитель ответственности не несет, если в отправочных документах не имеется отметки железной дороги о плохом состоянии тары.

8. С момента приема груза транспортными организациями владельцем его является грузополучатель и только он может предъявить на месте получения груза претензию к транспортной организации за пропажу.

9. Все претензии по качеству полученных пособий предъявляются грузополучателем в точном соответствии с инструкцией Госарбитража при СНК СССР от 2 января 1935 г.

КАТОЛОГИ УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИИ ВЫСЛА-  
ЮТСЯ ВСЕМИ ОТДЕЛЕНИЯМИ УЧСБЫТА ПО ПЕРВОМУ  
ТРЕБОВАНИЮ БЕСПЛАТНО

## БАЗЫ, ОТДЕЛЕНИЯ И МАГАЗИНЫ УЧСБЫТА

### БАЗЫ

- ЦЕНТРАЛЬНАЯ БАЗА УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ «МОСУЧСБЫТ»—Москва, Ульяновская ул., 15. Расчетный счет № 150043 в Кировском отделении Госбанка в Москве.
- ДИАПОЗИТИВНАЯ БАЗА.—Москва, 6, Каляевская ул., 40. Расчетный счет № 150192 в Краснопресненском отделении Госбанка в Москве.
- ЗАГОРСКАЯ БАЗА ПРОЕКЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ—Загорск, Моск. обл., Комсомольская ул., 33. Расчетный счет № 150030 в Загорском отделении Госбанка.

### ОТДЕЛЕНИЯ

- КИРОВСКОЕ—Киров, улица Воровского, 15а. Расчетный счет № 150/6478 в Кировской обл. конторе Госбанка.
- ЛЕНИНГРАДСКОЕ—Ленинград, проспект 25 Октября, 46. Расчетный счет № 150876 в Центральном отделении Госбанка в Ленинграде.
- НОВОСИБИРСКОЕ—Новосибирск, Трудовая улица, 23. Расчетный счет № 152015 в Зап.-Сибир. конторе Госбанка в Новосибирске.
- РОСТОВСКОЕ—Ростов-на-Дону, улица Фр. Энгельса, 56. Расчетный счет № 150028 в Азово-Черномор. конторе Госбанка.
- САРАТОВСКОЕ—Саратов, улица М. Горького, 35. Расчетный счет № 150029 в Саратовском город. отдел. Госбанка.
- СВЕРДЛОВСКОЕ—Свердловск, улица 8 марта, 12 (во дворе). Расчетный счет № 150129 в Свердловской обл. конторе Госбанка.

### МАГАЗИНЫ

- КИРОВ, улица Коммуны. Тел. 95-56.
- ЛЕНИНГРАД, проспект 25 Октября, 13. Тел. 2-69-98.
- МОСКВА, Театральный проезд, 7. Тел. К4-98-81.
- НОВОСИБИРСК. Трудовая улица, 23. Тел. 3-10-16.
- РОСТОВ—на—ДОНУ, улица Фр. Энгельса, 56. Тел. 21-218.
- САРАТОВ, улица М. Горького, 35. Тел. 23-01 и 34-90.
- СВЕРДЛОВСК, площадь 1905 года, Гостиный двор. Тел. Д1-51-13.